

投稿類別:物理類

篇名:橡皮筋與彈力係數的關係

作者:

蔡鼎翔。和平高中。高二 14 班

顏浩哲。和平高中。高二 14 班

羅曄。和平高中。高二 14 班

指導老師:

白家瑞

壹、前言

一、研究動機:

在我們的生活中，橡皮筋在我們的生活中有許多用途，由於橡皮筋具有彈性，就像彈簧一樣，所以我們就想討論橡皮筋是否符合理想彈簧，可否利用方程式計算其彈性係數。

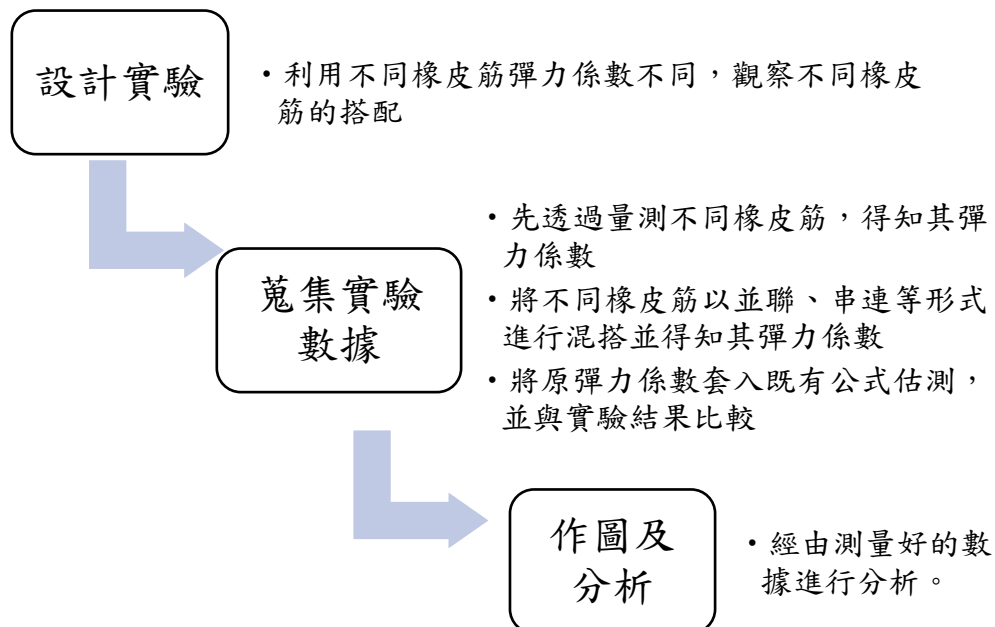
二、研究目的:

- (一) 認識彈力係數以及虎克定律
- (二) 探討橡皮筋串、並聯後，彈力係數之變化
- (三) 討論橡皮筋是否可以取代彈簧

三、研究方法

選擇數條橡皮筋，一一懸掛一定力於橡皮筋上，記錄其長度變化後，進行分析，計算出其彈性係數。並再使用多條橡皮筋進行串聯、並聯後，記錄其長度變化，計算出其彈性係數後，將原預估數值與結果進行比對。

四、研究架構



圖一:實驗架構。 圖片來源:研究者繪製

貳、正文

一、彈簧基本原理與性質

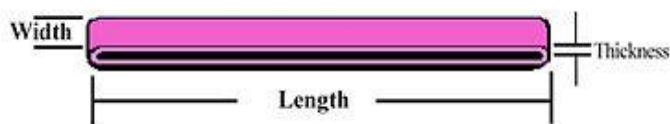
(一)彈力常數與虎克定律

虎克定律，也就是 $F = (-K)x$ ，其中 F 為彈簧所受到的力，單位為牛頓(N)。X 為彈簧的伸長量或壓縮量，單位為公尺(m)。而係數 k 即為彈力常數，單位為牛頓除以公尺，即以 N/m 來表示。(高涌泉等，99)彈力常數和物體的材質性質、外觀形狀有關，表示該物體抵抗形變的能力。並且注意此處的 K 前須加負號，因為其物體伸長(壓縮)的方向相反，這彈力是一種回復力，表示它有使系統回復平衡的趨勢。(涌井貞美，2019)

(二)橡皮筋

橡皮筋，是一種用橡膠與乳膠作成的短圈，一般用來把東西綁在一起。於 1845 年英國一家橡膠工廠的老闆史蒂芬·派瑞 (Stephen Perry)，發明了橡皮筋。是一種環形的物體，可以將許多物體鞏固在一起。現在的橡皮筋是以橡膠和其他材料混合製成的，可以合成橡膠製成，但天然橡膠彈性較佳，故現市面上所販售之橡皮筋皆由天然橡膠製作。(Paola Antonelli, 2007)

橡皮筋在尺寸的測量的方面主要具備以下三種測量方式:長度、寬度、厚度



圖二:橡皮筋測量表示。

資料圖片來源: 維基百科 2019/1/11 取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A9%A1%E7%9A%AE%E7%AD%8B>

在這三種測量方法中，長度(length)為其圓周的一半；寬度(width)為其一邊至另一邊的距離；厚度(thickness)為其內圓至外圓的距離。(如圖二表示)

據下圖(表一)現市面上之橡皮筋主要有以下尺寸編碼

(註 1:1 英寸約為 2.54 公分)

尺寸	長度 (英寸)	寬度 (英寸)	厚度 (英寸)
10	1.25	1/16	1/32
12	1.75	1/16	1/32
14	2	1/16	1/32
31	2.5	1/8	1/32

橡皮筋與彈力係數的關係

32	3	1/8	1/32
33	3.5	1/8	1/32
61	2	1/4	1/32
62	2.5	1/4	1/32
63	3	1/4	1/32
64	3.5	1/4	1/32
117	7	1/16	1/32

表一:橡皮筋尺寸

資料來源:維基百科 2019/1/11 取自

<https://zh.wikipedia.org/wiki/%E6%A9%A1%E7%9A%AE%E7%AD%8B>

二、彈簧的應用

(一)彈簧的機械應用

緩衝和減震。如汽車、火車的減震彈簧，各種緩衝器的緩衝彈簧等等控制機構的運動。如內燃機中的閥門彈簧，離合器中的控制彈簧儲存及輸出能量。如鐘錶彈簧、槍栓彈簧測量力的大小。如彈簧秤，測力器中的彈簧等

(二)彈簧的種類

1. 線狀彈簧: 其斷面常以圓形、方形或其他形狀之金屬線製成，因其常製成螺旋形，故又稱為螺旋彈簧（helical spring）

(1)壓縮彈簧:用途最廣泛的彈簧，主要用來測量測量力的大小。如彈簧秤，測力器中的彈簧等



圖三 壓縮彈簧

圖片來源:錦德彈簧股份有限公司 壓縮彈簧 取自

<https://ginder.com.tw/%E5%A3%93%E7%B8%AE%E5%BD%88%E7%B0%A7/>

(2)拉伸彈簧:拉伸彈簧不受拉力時，每一圈都緊靠在一起，受拉力則伸張。廣泛用於醫療護理

設備、減壓器.....等處。



圖四 拉伸彈簧

圖片來源:良產工業股份有限公司 拉伸彈簧的應用與技術要求 取自

<http://spring.oea.com.tw/article.asp?sub=113&id=121>

(3)扭轉彈簧:施力方向大都沿螺旋切線方向，在圈體四周承受扭力矩。其形狀小型較多。廣泛用於日用品、門的樞紐、家庭用品、電器製品



圖五 扭轉彈簧

圖片來源: 亨立彈簧五金股份有限公司 產品介紹 取自

https://www.cens.com/cens/html/zh/product/product_main_66097.html

2. 疊板彈簧:又稱葉片彈簧。彈簧變形量較小，能承受較大的負荷。用於卡車、火車等車輛底盤上，有時為了增加吸收能量，得到更佳的避震效果，可將兩組疊板彈簧合併做成橢圓形疊板彈簧，供火車使用








圖六 疊板彈簧

圖片來源:每日頭條新聞網 鋼板彈簧損壞快速診斷的幾個辦法 取自
<https://kknews.cc/car/kzjmaep.html>

三、研究設備及過程

橡皮筋五條(尺寸不同)，寶特瓶(600cc)、掛勾、鐵架(高 129cm)、磅秤(最大秤重量 5kg)、鐵片(每片固定質量約 34.5g)

橡皮筋 編號	尺寸	圖(來源:實驗者拍攝)	橡皮筋 編號	尺寸	圖(來源:實驗者拍攝)
1	長:7.6CM		2	長:10.4 CM	
3	長:7.6CM		4	長:7.4CM	
5	長:11.7 CM				

表二

圖片來源:實驗者拍攝

(一)單條測量

1.實驗步驟:

- (1)將裝有掛勾之寶特瓶裝水，並測量其重量，並固定其質量
- (2)將各條橡皮筋一一掛在鐵架上，並將寶特瓶掛於其上，並測量其長度變化

(3)多次測量後，將數據統計並取得平均值，並用平均值計算彈力係數，同時測量誤差值

2.實驗數據

編號	伸長量(cm)	力(N)	彈力常數(N/m)
1	31.7	3.43	0.108
2	13	3.43	0.264
3	12.5	3.43	0.274
4	15.4	3.43	0.223
5	19.5	3.43	0.176
		平均	0.209
		標準差	0.068

表三 單條測量數據 來源:實驗者繪製

(二)串聯

1.實驗步驟:

- (1)將裝有掛勾之寶特瓶裝水，並測量其重量，並固定其質量。
- (2)將多條橡皮筋以串聯型式(多條(大於等於 2 條)橡皮筋綁在一起)掛在鐵架上，並將寶特瓶掛於其上，並測量其長度變化。
- (3)多次測量後，將數據統計並取得平均值，並用平均值計算彈力係數，同時計算誤差值。
- (4)串聯彈性係數的計算方程式: $\frac{1}{k} = \frac{1}{k_1} + \frac{1}{k_2} + \dots + \frac{1}{k_n}$

2.實驗數據

編號	伸長量 (cm)	力(N)	彈力係數 (N/m)	串聯理論彈 性係數	誤差值(%)
1.2	44.6	3.43	0.077	0.077	0.224
1.3	44.4	3.43	0.077	0.078	0.450
2.3	26.0	3.43	0.132	0.135	1.923
3.4	29.8	3.43	0.115	0.123	6.376
3.5	36.4	3.43	0.094	0.107	12.088
4.5	30.9	3.43	0.111	0.098	12.945
3.4	51.4	5.145	0.100	0.123	18.580
3.5	58.0	5.145	0.089	0.107	17.241
4.5	58.8	5.145	0.088	0.098	10.969
23	55.6	6.86	0.123	0.135	8.273
3.4	58.5	6.86	0.117	0.123	4.615
3.5	64.8	6.86	0.106	0.107	1.235

橡皮筋與彈力係數的關係

4.5	67.5	6.86	0.102	0.098	3.407
		平均	0.102		

表四 串聯二條實驗數據 來源:實驗者繪製

編號	伸長量 (cm)	力(N)	彈力係數 (N/m)	串聯理論彈 性係數	誤差值(%)
1.2.3	54.2	3.43	0.063	0.060	5.535
1.3.4	58.2	3.43	0.059	0.058	2.405
		平均	0.061		

表五 串連三條實驗數據 來源:實驗者繪製

(三)並聯

1.實驗步驟:

- (1)將裝有掛勾之寶特瓶裝水，並測量其重量，並固定其質量
- (2)選擇多條橡皮筋以並聯型式(多條(大於等於 2 條)橡皮筋並排在一起)掛在鐵架上，並將寶特瓶掛於其上，並測量其長度變化
- (3)多次測量後，將數據統計並取得平均值，並用平均值計算彈力係數，同時計算誤差值
- (4)並聯彈性係數的計算方程式: $k = k_1 + k_2 + \dots + k_n$

2.實驗數據

編號	伸長量 (cm)	力(N)	彈力係數 (N/m)	並聯理論彈性 係數	誤差值(%)
1.2	8.5	3.43	0.404	0.372	8.462
2.3	7	3.43	0.490	0.538	8.964
3.1	8	3.43	0.429	0.383	12.062
3.4	5.8	3.43	0.591	0.497	18.959
3.5	7.6	3.43	0.451	0.450	0.226
4.5	8.1	3.43	0.423	0.399	6.229
3.4	10.4	5.145	0.495	0.497	0.486
3.5	11.9	5.145	0.432	0.450	3.985
4.5	12.7	5.145	0.405	0.399	1.629
3.4	16	6.86	0.429	0.497	13.754
3.5	17	6.86	0.404	0.450	10.386
4.5	17.2	6.86	0.399	0.399	0.053
		平均	0.446		

表六 並聯二條數據 來源:實驗者手繪

編號	伸長量 (cm)	力(N)	彈力係數 (N/m)	並聯理論彈性 係數	誤差值(%)
1.2.3	11.4	6.86	0.602	0.646	6.914

橡皮筋與彈力係數的關係

1.2.3	5.6	3.43	0.613	0.646	5.251
3.4.5	10.6	6.86	0.647	0.673	3.842
3.4.5	8.4	5.145	0.613	0.673	8.993
		平均	0.618		

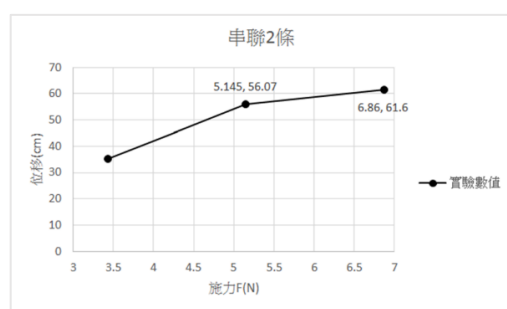
表七 並聯三條數據 來源:實驗者手繪

四 實驗結果

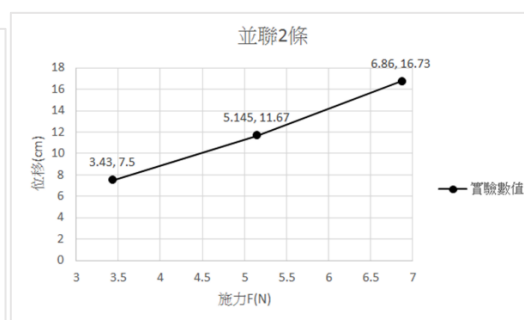
當以多條(橡皮筋以串聯的形式進行測量的時候，將實驗數據與理論值進行比對，可發現誤差值較低。相對的，以多挑橡皮筋以並聯的形式進行測量的時候，將實驗數據與理論值進行比對，可發現誤差值較大。

五 討論

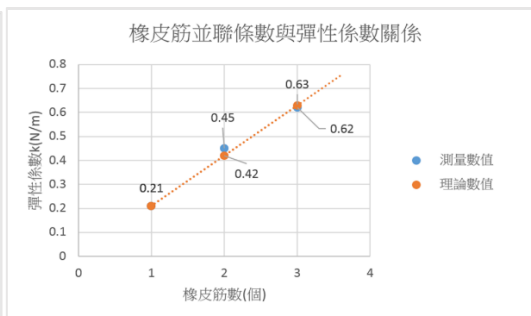
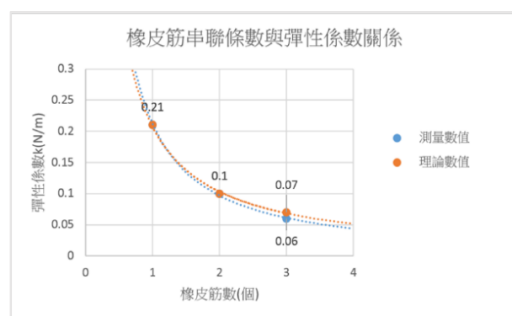
在進行橡皮筋的測量時，有許多需要考慮的地方。在一開始，每條橡皮筋的使用情況便不盡相同，有的可能才剛使用，有的可能已使用了數個月以上，可能會造成彈性疲乏等因素影響實驗。在測量橡皮筋原長時橡皮筋應維持鬆弛的原樣還是需要拉直，若選擇拉直後測量，那初始所施的力是否需要考慮。在測量串聯時，兩條橡皮筋連接處是以打結的方式固定，那一個結是否會影響到測量結果。在測量並聯時，由於橡皮筋的長度參差不齊，每條橡皮筋的伸長量不同也是造成誤差變大的原因。



圖七:串聯兩條平均數值
來源:實驗者手繪



圖八:並聯兩條平均數值
來源:實驗者手繪

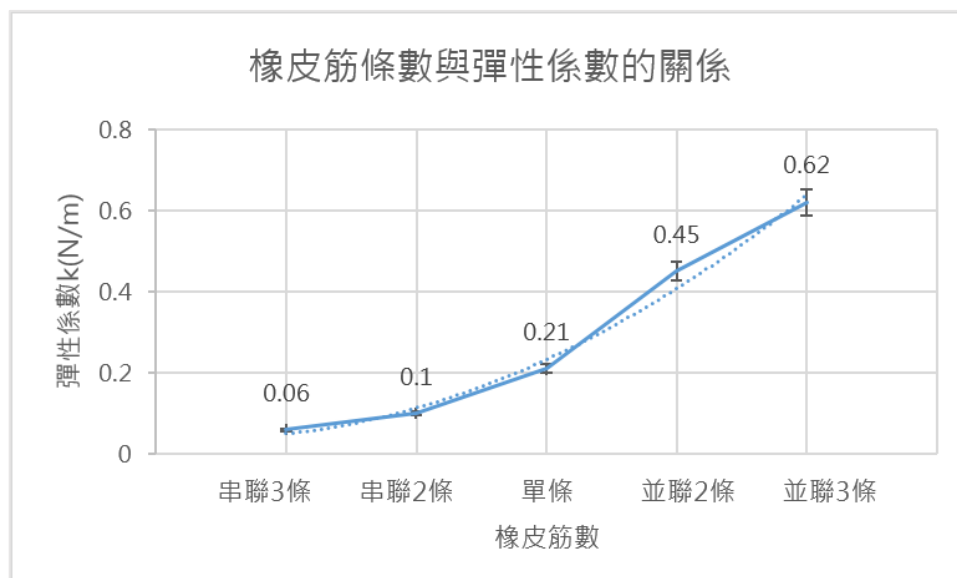


圖九:串聯平均數值
與理論數值比較
來源:實驗者手繪

圖十:並聯平均數值
與理論數值比較
來源:實驗者手繪

參.結論

在生活中單條橡皮筋或是以串聯連接的橡皮筋理論上可以視為理想彈簧，但是以並聯連接的情況下，由於實驗的誤差過大，並且考量在各種人為因素之下，所產生的情況，並沒有辦法直接判斷是否符合理想彈簧，有待做實驗再次驗證。



圖十一:實驗數據與理論彈性系數比較圖
來源:實驗者手繪

肆、參考資料

[1]維基百科-虎克定律。2019/1/3

<https://goo.gl/27tcTz>

[2] 涌井貞美(2019)。構成物理・化學基礎的 70 項定律。臺北市。東販出版社

[3]維基百科-橡皮筋。2019/1/11

<https://goo.gl/yDAvd7>

[4] Paola Antonelli(2007)。日常設計經典 100。臺北市。積木文化

[5]每日新聞網-彈簧基礎知識匯總 2019/3/28

<https://kknews.cc/zh-tw/news/al3q6g.html>

[6]高涌泉(主編)(99)。普通高級中學基礎物理(一)全。臺北市。龍騰文化事業股份有限公司